

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:

François Mignard et al.

Serial No.: To be assigned

Art Unit: To be assigned

Filed: Herewith

Examiner: To be assigned

For: IMPROVEMENTS TO HEATING PROCESS  
OF STEEL STRIPS IN VERTICAL  
FURNACES

Atty Docket: 21029/0229



**SUBMISSION OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT(S) and**  
**CLAIM TO PRIORITY UNDER 35 U.S.C. § 119**

Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

Sir:

Priority under 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed to the following priority document(s), certified copies of which are enclosed. The documents were filed in a foreign country within the proper statutory period prior to the filing of the above-referenced United States patent application.

<u>Priority Document Serial No.</u>	<u>Country</u>	<u>Filing Date</u>
01 01331	France	January 31, 2001

Acknowledgement of this claim and submission in the next official communication is respectfully requested.

Respectfully submitted,

Morris Liss, Reg. No. 24,510  
Connolly Bove Lodge & Hutz LLP  
1990 M Street, N.W.  
Washington, D.C. 20036-3425  
Telephone: 202-331-7111

Date: 1/30/02

#  
07.  
5/1/02

**THIS PAGE BLANK (U0010)**



# BREVET D'INVENTION

**CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION**

**COPIE OFFICIELLE**

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le \_\_\_\_\_

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

SIEGE  
26 bis, rue de Saint Petersburg  
75800 PARIS cedex 08  
Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04  
Télécopie : 33 (1) 42 93 59 30  
[www.inpi.fr](http://www.inpi.fr)

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



## BREVET D'INVENTION

26bis, rue de Saint-Pétersbourg  
75800 Paris Cédex 08  
Téléphone: 01 53.04.53.04 Télécopie: 01.42.94.86.54

Code de la propriété intellectuelle-livre VI

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

DATE DE REMISE DES PIÈCES: 31.01.01 N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL: 0101331 DÉPARTEMENT DE DÉPÔT: 75 DATE DE DÉPÔT: 31 JAN. 2001	Alain ARMENGAUD Cabinet ARMENGAUD AINE 3, Avenue Bugeaud 75116 PARIS France
Vos références pour ce dossier: AA/AC 60.255	

## 1 NATURE DE LA DEMANDE

Demande de brevet

## 2 TITRE DE L'INVENTION

PERFECTIONNEMENTS APPORTES AUX PROCÉDES DE CHAUFFAGE DE  
BANDES D'ACIER DANS DES FOURS VERTICAUX

3 DECLARATION DE PRIORITE OU  
REQUETE DU BENEFICE DE LA DATE DE  
DEPOT D'UNE DEMANDE ANTERIEURE  
FRANCAISE


Pays ou organisation      Date      N°

## 4-1 DEMANDEUR

Nom: STEIN HEURTEY  
 Rue: Z.A.I. du Bois de l'Epine  
 Code postal et ville: 91130 RIS-ORANGIS  
 Pays: France  
 Nationalité: France  
 Forme juridique: Société anonyme  
 N° de téléphone: 01-60-91-12-34  
 N° de télécopie: 01-60-77-67-55  
 Courrier électronique: <http://www.stein-heurtey.com>

## 5A MANDATAIRE

Nom: ARMENGAUD  
 Prénom: Alain  
 Qualité: CPI: 92-1003  
 Cabinet ou Société: Cabinet ARMENGAUD AINE  
 Rue: 3, Avenue Bugeaud  
 Code postal et ville: 75116 PARIS  
 N° de téléphone: 01-45-53-05-50  
 N° de télécopie: 01-47-55-12-96  
 Courrier électronique: [armengau@club-internet.fr](mailto:armengau@club-internet.fr)

6 DOCUMENTS ET FICHIERS JOINTS		Fichier électronique	Pages	Détails	
Description		desc.pdf	6		
Revendications	V		1	8	
Dessins			3	5 fig., 3 ex.	
Abrégé	V		1		
Désignation d'inventeurs					
Listage de séquences					
Rapport de recherche					
Chèque			1 doc.	0001045	
<b>7 MODE DE PAIEMENT</b>					
Mode de paiement	Remise d'un chèque				
Numéro de chèque	0001045				
Remboursement à effectuer sur le compte n°	036				
<b>8 RAPPORT DE RECHERCHE</b>					
Etablissement différé					
<b>9 REDEVANCES JOINTES</b>		Devise	Taux	Quantité	Montant à payer
062 Dépôt		FRF	250.00	1.00	250.00
063 Rapport de recherche (R.R.)		FRF	2 100.00	0.00	0.00
Total à acquitter		FRF			250.00
<b>10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE</b>					
Signé par	Alain ARMENGAUD				
					

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire. Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.

La présente invention a pour objet des perfectionnements apportés aux procédés de chauffage de bandes d'acier dans des fours verticaux et elle concerne plus particulièrement les lignes verticales de traitement thermique en continu de bandes d'acier, telles que les lignes de recuit ou de galvanisation.

5 Le problème technique que se propose de résoudre la présente invention est celui consistant à limiter la formation de plis dans les sections de chauffage de ces lignes de traitement vertical mettant en œuvre des tubes radiants.

Afin de bien faire comprendre d'une part le domaine d'application de l'invention et d'autre part le problème technique qu'elle entend résoudre, on  
10 rappellera ci-après l'état actuel de la technique dans le domaine des four verticaux en se référant à la figure 1 qui est une représentation schématique d'un tel four de traitement de bandes.

Sur cette figure, la référence 1 désigne le four selon la technique connue au travers duquel se déplace en continu la bande métallique 3 à traiter, cette  
15 bande passant sur des rouleaux de transport ou de renvoi successifs désignés par la référence 2. La bande est chauffée par rayonnement à l'aide de tubes radiants tels que 4 qui sont alimentés en air de combustion et en combustible (généralement du gaz) par zones 5 généralement verticales.

Chaque zone telle que 5 correspond à un découpage thermique du four, qui généralement ne correspond pas physiquement à une chambre spécifique  
20 du four. Une zone regroupe un ensemble indissociable de tubes radiants 4, équipés de brûleurs ayant une alimentation commune de combustible et d'air de combustion. La demande calorifique du four se traduit donc par une consigne de débit de combustible et d'air de combustion par zone, chaque zone  
25 disposant d'un système de régulation propre. Dans ce mode de fonctionnement, tous les brûleurs d'une même zone fonctionnent de manière identique, étant donné qu'ils sont tous alimentés par le même débit de combustible et d'air de combustion.

Lors de son passage dans le four, la bande 3 est chauffée sur ses deux  
30 faces par les tubes radiants situés de part et d'autre de la ligne de passe, et elle change de ligne lorsqu'elle passe sur chacun des rouleaux de renvoi ou de transport tels que 2. La courbe de chauffage de la bande dans le four est donc maîtrisée par l'indexation des différentes zones, par exemple six indexations lorsque le four dispose de six zones telles que 5..

Dans l'enceinte du four 1, il existe une différence de température entre la bande 3, qui est froide, et les rouleaux 2, qui sont chauds. Lorsque la bande 3 passe sur les rouleaux 2, elle refroidit ceux-ci par contact, dans une zone qui correspond à sa largeur. Cet effet est bien sûr plus marqué pour les premiers  
5 rouleaux. La répartition de température selon l'axe longitudinal du rouleau prend alors la forme d'une cuvette, comme illustré sur la figure 2 des dessins annexés. Il résulte d'une telle répartition de température que la table du rouleau prend une forme identique, sous l'effet de la contraction thermique. La figure 3 représente la variation du diamètre du rouleau sous l'effet de cette contraction  
10 thermique le long de l'axe longitudinal du rouleau. Ce dernier tend à prendre la forme d'un « diabolo », ce qu'il faut à tout prix éviter car la bande n'est alors plus guidée au centre du rouleau et est alors en position instable; il sera ensuite difficile de la recentrer dans la ligne de traitement, même en utilisant des rouleaux de guidage. Pour éviter ce phénomène, on donne aux rouleaux un  
15 bombé initial, qui est suffisant pour conserver un très léger bombé après la contraction thermique due au contact du rouleau avec la bande.

Lorsque l'on procède à un changement de format de bande, par exemple d'une bande étroite à une bande large, cette dernière va épouser la forme en cuvette du rouleau au lieu de rester plane. Il en résulte un risque de formation  
20 de plis appelé communément « heat buckle ».

Par ailleurs, le profil du rouleau est optimisé pour une largeur de bande donnée, en particulier la longueur plate de la table. Les bandes plus larges verront un bombé important, ce qui est favorable au guidage mais défavorable en terme de risque de formation de plis.

25 Si ces problèmes de plis ne sont pas nouveaux, ils sont actuellement de plus en plus critiques et fréquents, notamment pour les raisons suivantes :

- Les formats des bandes à traiter évoluent vers des largeurs croissantes. Les tôles de 2 m de large sont courantes, alors qu'elles dépassaient peu 1,3 à 1,5 m il y a quelques années. Par ailleurs, l'amélioration  
30 des propriétés mécaniques finales des aciers permet d'en diminuer l'épaisseur, conduisant à une baisse du poids. Globalement le rapport largeur / épaisseur augmente donc sensiblement, d'où une plus grande sensibilité à la formation de plis.



- De même, l'apparition des nuances modernes d'acier à bas carbone, en particulier la généralisation des aciers sans interstitiels, exige pour ces aciers emboutissables un recuit à plus haute température, à laquelle la limite élastique de la bande sera plus faible. Cette baisse de résistance mécanique accentue encore le risque de formation de plis.

- L'augmentation des vitesses de ligne rend plus difficile la maîtrise du comportement de la bande dans le four.

- Les exigences de la conduite des lignes de production et l'élargissement du carnet augmente les transitoires en épaisseur et en largeur.

La maîtrise de la planéité de la bande d'acier dans le four exige donc que les rouleaux de transport ou de renvoi présentent une bonne homogénéité longitudinale de température, en régime permanent et surtout au cours des changement de formats de bande. Il existe à l'heure actuelle des solutions pour résoudre ce problème, parmi lesquelles on peut citer les suivantes :

- La détection des plis dans le four, associée au ralentissement de la vitesse de ligne. Cette technique présente l'inconvénient d'impliquer une perte de production.

- L'augmentation de la traction de bande : cette méthode ne conduit qu'à accentuer les défauts de planéité, car la bande risque de se déformer plastiquement.

- La modification des rouleaux eux-mêmes (par exemple JP-A-04-06733), mais cette technique est très coûteuse et délicate à mettre en œuvre à grande vitesse.

- La mise en place d'écrans thermiques, fixes ou mobiles, interposés entre les bords de chaque rouleau et les tubes radiants du four (voir par exemple JP-A-06-228659), avec mise en œuvre éventuelle d'un rideau de gaz d'atmosphère (JP-A-02-282431) ou d'éléments chauffants (JP-A-63-038532). Cette technique permet certes d'agir sur la thermique du rouleau, mais nécessite la mise en œuvre d'équipements complexes et relativement coûteux en investissement et en maintenance. En effet, les écrans seuls ne suffisent pas et restent des actionneurs passifs.

Afin d'éviter les inconvénients des procédés selon la technique antérieure, la présente invention s'est fixé pour objectif d'apporter une solution économique et efficace à ce problème de la formation des plis dans les fours

verticaux de traitement de bandes d'acier. Prenant le contre-pied des solutions selon l'état antérieur de l'art, l'invention ne vise pas à corriger les effets thermiques du four sur les rouleaux de transport ou de renvoi en superposant des actionneurs supplémentaires, mais elle agit à la source en contrôlant  
5 directement le flux thermique émis par le système de chauffage tout en conservant le procédé initial.

En conséquence, l'invention concerne un procédé de réduction des plis formés dans des zones de chauffage, par tubes radiants, de lignes de traitement thermique en continu de bandes métalliques, telles que des lignes de  
10 recuit ou de galvanisation, lesdites bandes, dans lesdits fours passant sur des rouleaux de transport et/ou de renvoi, ledit procédé qui consiste à modifier l'état thermique des rouleaux étant caractérisé en ce que ladite modification est réalisée directement par modulation du chauffage desdits tubes radiants situés au voisinage des rouleaux, en contrôlant directement le flux thermique émis par  
15 les tubes radiants vers les rouleaux.

Selon un mode de mise en œuvre de ce procédé, on alimente séparément et de façon indépendante en air de combustion et en combustible chaque tube radiant et on règle en continu le débit de combustible pour chaque tube radiant.

20 Selon un autre mode de mise en œuvre du procédé objet de l'invention, on réalise la modulation du chauffage des tubes radiants de façon à réduire, voire supprimer le gradient thermique dans le four, entre les rouleaux inférieurs et les rouleaux supérieurs de ce dernier.

Selon l'invention, on peut prévoir en outre une gestion programmée des  
25 courbes de chauffe de la bande adaptée aux formats de bandes et aux cycles thermiques en régime établi lors des phases transitoires.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description faite ci-après, en référence aux dessins annexés qui en illustrent un exemple de mise en œuvre dépourvu de tout caractère  
30 limitatif. Sur les dessins :

- la figure 1 est une représentation schématique d'un four selon la technique connue décrite ci-dessus ;

- la figure 2 représente la répartition de température selon l'axe longitudinal du rouleau dans un four selon la figure 1 ;

- la figure 3 représente la variation du diamètre du rouleau selon son axe longitudinal, dans un four selon la figure 1 ;

- la figure 4 est une représentation schématique d'un four mettant en œuvre le procédé objet de l'invention et

5 - la figure 5 représente les courbes de montée en température de la bande le long du four, d'une part pour une basse production (bande étroite) et d'autre part pour une haute production (bande large).

En se référant à la figure 4 qui représente un four 1 mettant en œuvre le procédé de l'invention, on voit que la bande 3 circule en continu au travers du four en passant sur des rouleaux de transport ou de renvoi tels que 2 et qu'elle  
10 est chauffée par des tubes radiants schématisés en 4. Selon une caractéristique de la présente invention, chaque tube radiant est muni d'une alimentation en combustible et en air de combustion indépendante, de manière à pouvoir contrôler directement le flux thermique émis par les tubes radiants 4  
15 vers le rouleaux tels que 2. Ainsi selon le procédé de l'invention, on contrôle séparément le flux thermique émis par les tubes radiants, et non par zones comme c'est le cas dans la technique antérieure discutée ci-dessus et illustrée par la figure 1.

Pour des raisons de coût de mise en œuvre, il n'est pas indispensable de  
20 régler en continu le débit de combustible pour chaque tube radiant, un fonctionnement du type « tout ou rien » pouvant être parfaitement adapté pour la mise en œuvre du procédé objet de l'invention.

A titre d'illustration, on a donné ci-après divers exemples de mise en œuvre du procédé objet de l'invention. Il est bien entendu qu'il ne s'agit que  
25 d'exemples n'ayant aucun caractère limitatif.

### **Exemple 1**

Afin de faciliter une transition de largeur de bandes du type étroit vers le type large, on arrête de façon anticipée certains tubes radiants, en particulier ceux proches des rouleaux, et uniquement ceux-là ou certains d'entre eux. Ce  
30 mode de mise en œuvre permet de limiter le bombé thermique global du rouleau.

### **Exemple 2**

Pour éviter la formation de plis sur une bande large, il est important de conserver un profil de rouleau le plus plat possible là où la bande est la plus

chaude. Selon la présente invention, on maintient, dans les parties du four situées en aval, une température de tubes radiants la plus élevée possible (expansion plus importante du rouleau sur ses bords). On cherchera donc, à basse production, une montée en température de la bande plus rapide (voir la figure 5).

### Exemple 3

Pour éviter les déports de bande sur les bandes étroites, on accentue, selon l'invention, le bombé du rouleau en maintenant une température de tubes radiants basse (ou en interrompant l'alimentation de ces tubes) là où les profils de rouleau sont les plus plats.

### Exemple 4

Dans les transitions on peut, selon l'invention, par anticipation refroidir certains tubes radiants, et pas d'autres, en laissant la vanne d'air ouverte (régulation chaud-froid).

Les avantages apportés par la présente invention sont notamment les suivants :

- Diminution des risques de formation de plis, en particulier lors des transitions de largeur.
- Possibilité de moduler la courbe d'échauffement de la bande, en tenant compte des limitations dues aux plis en sus des limitations habituelles dues au transfert thermique vers la bande.
- Possibilité de supprimer le gradient thermique dans le four ; en effet il est bien connu que la partie supérieure du four est plus chaude que sa partie inférieure, de par la convection favorisant un effet de cheminée. Il résulte de la suppression du gradient thermique, une limitation des contraintes thermiques subies par les rouleaux supérieurs et des contraintes thermomécaniques subies par la bande au contact des rouleaux.
- Gain de souplesse de programmation de la ligne, grâce au meilleur passage des transitoires.
- Gain de productivité de la ligne.

Il demeure bien entendu que la présente invention n'est pas limitée aux exemples de réalisation décrits et représentés ci-dessus, mais qu'elle en englobe toutes les variantes.

## REVENDICATIONS

1 - Procédé de réduction des plis formés dans des zones de chauffage, par tubes radiants, de lignes de traitement thermique en continu de bandes  
5 métalliques, telles que des lignes de recuit ou de galvanisation, lesdites bandes, dans lesdits fours passant sur des rouleaux de transport et/ou de renvoi, ledit procédé qui consiste à modifier l'état thermique des rouleaux étant caractérisé en ce que ladite modification est réalisée directement par modulation du chauffage desdits tubes radiants (4) situés au voisinage des  
10 rouleaux (2), en contrôlant directement le flux thermique émis par les tubes radiants vers les rouleaux.

2 - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on alimente séparément et de façon indépendante en air de combustion et en combustible chaque tube radiant et on règle en continu le débit de combustible pour chaque  
15 tube radiant.

3 - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on arrête, de façon anticipée, les tubes radiants proches des rouleaux afin de faciliter une transition de largeur de bandes du type étroit vers le type large.

4 - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, dans le cas  
20 de bandes larges, on maintient dans les parties du four situées en aval, une température de tubes radiants la plus élevée possible.

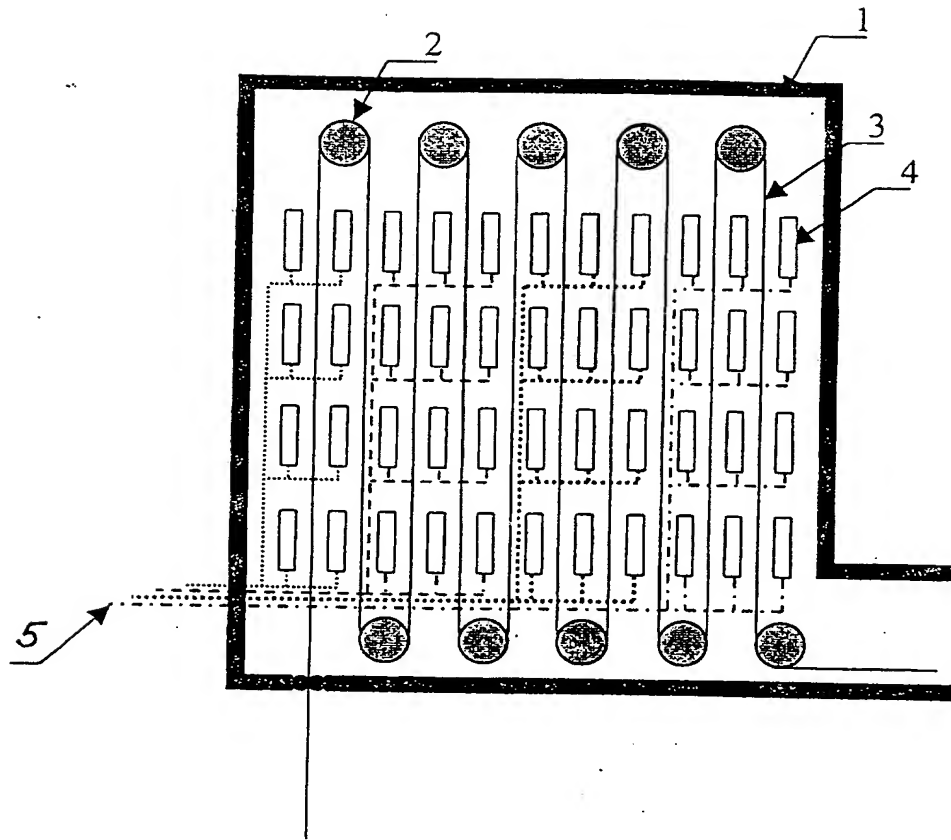
5 - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, dans le cas de bandes étroites, on maintient une température de tubes radiants basse.

6 - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on fait  
25 fonctionner en tout ou rien certains tubes radiants.

7 - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la modulation du chauffage des tubes radiants est réalisée de façon à réduire, voire supprimer, le gradient thermique dans le four, entre les rouleaux inférieurs et les rouleaux supérieurs de ce dernier.

8 - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte en  
30 outre une gestion programmée des courbes de chauffage de la bande adaptée aux formats de bandes et aux cycles thermiques, en régime établi ou lors des phases transitoires.

Fig. 1



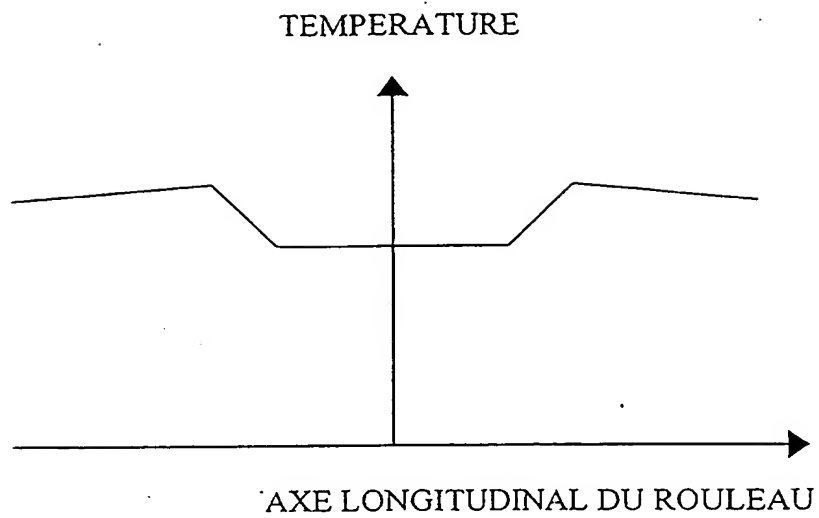


Fig. 2

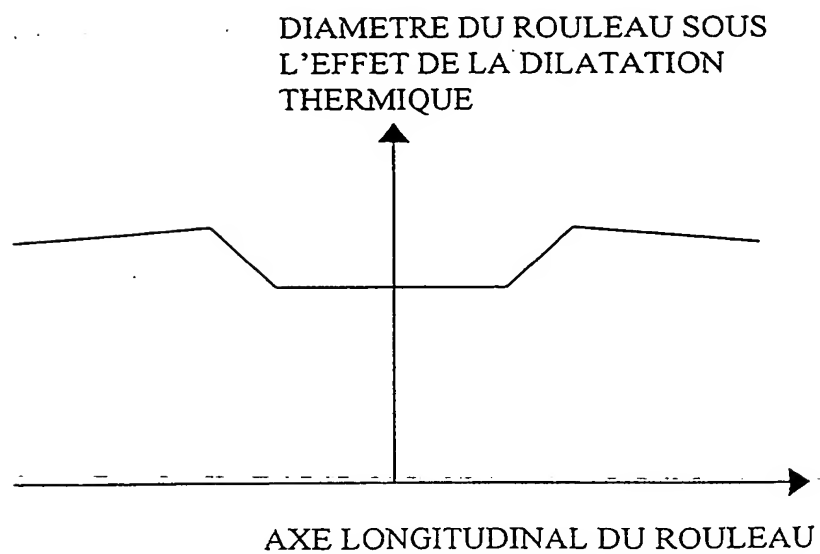


Fig. 3

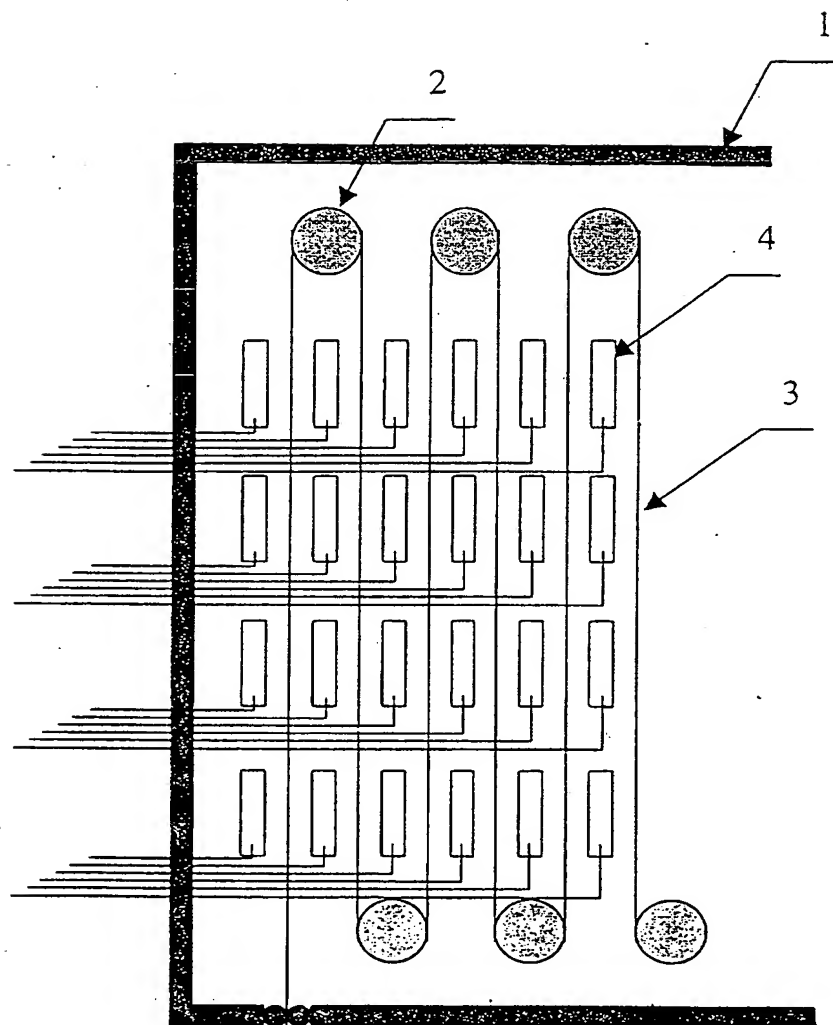
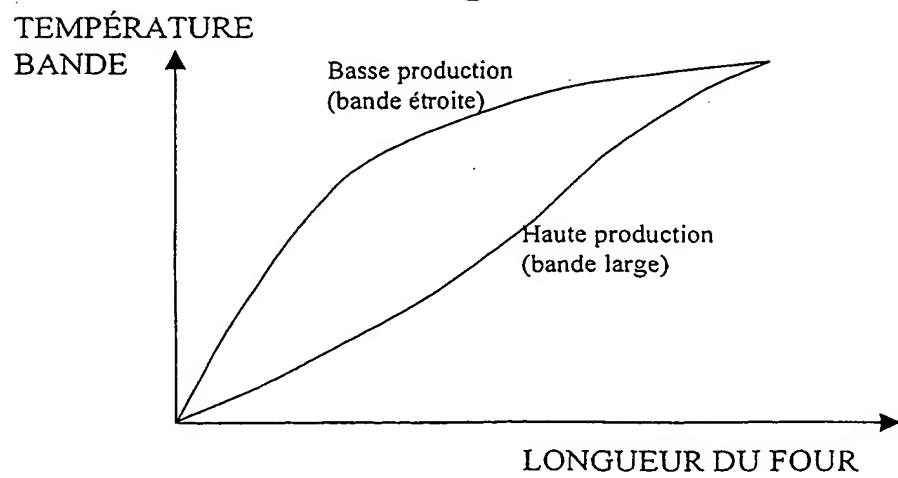


Fig. 4

Fig. 5






Désignation de l'inventeur

Vos références pour ce dossier	AA/AC 60.255
N°D'ENREGISTREMENT NATIONAL	0101331
TITRE DE L'INVENTION	
	PERFECTIONNEMENTS APPORTES AUX PROCÉDES DE CHAUFFAGE DE BANDES D'ACIER DANS DES FOURS VERTICAUX
LE(S) DEMANDEUR(S) OU LE(S) MANDATAIRE(S):	Alain ARMENGAUD

DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S):	
Inventeur 1	
Nom	MIGNARD
Prénoms	François
Rue	17, rue du Parc
Code postal et ville	91540 MENNECY
Société d'appartenance	STEIN HEURTEY
Inventeur 2	
Nom	DUBOIS
Prénoms	Patrick
Rue	7, rue de Guigneville
Code postal et ville	77390 ANDREZEL
Société d'appartenance	STEIN HEURTEY

DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE	
Signé par:	Alain ARMENGAUD
	
Date	31 janv. 2001

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire. Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**